

Fermentasi Nira Nipah Skala 50 Liter Menjadi Bioetanol Menggunakan *Saccharomyces Cerevisiae*

Ade Sri Umayyah, Chairul dan Silvia Reni Yenti

Laboratorium Rekayasa Bioproses Jurusan Teknik Kimia Universitas Riau

Jl. HR Subrantas Km 12,5 Kampus Bina Widya Panam Pekanbaru 28293

Email: adesryoemay@yahoo.com

ABSTRACT

One of the natural resources that can be utilized alternative into bioethanol is palm sap. Preparation stater done by culturing medium Saccharomyces cerevisiae as developer on 10% yeast fermentation medium thus able to adapt and be ready to do the fermentation. This study aims to make bioethanol from palm sap 50-liter scale with variations in pH 4,5; 5 and 5,5 and fermentation time 24, 36, 48, 60 and 72 hours.. Batch fermentation process takes place with a stirring speed of 200 rpm and temperature of fermentation at room temperature (25-30°C). The optimum fermentation conditions indicated on the initial conditions of pH 4,5 and fermentation time of 48 hours the acquisition of or 9% .

Keywords: Bioethanol, palm sap, fermentation, *Saccharomyces cerevisiae*

1. Pendahuluan

Bioetanol merupakan etanol yang bahan utamanya dari tumbuhan dan umumnya menggunakan proses fermentasi. Bioetanol sebagai salah satu bahan bakar alternatif yang belum diterapkan sama sekali karena masih dalam tahap penelitian dan uji coba. Padahal di Indonesia, banyak sekali sumber daya alam hayati yang dapat digunakan sebagai bahan baku untuk memproduksi bioetanol. Salah satu sumber daya alam hayati alternatif yang dapat dimanfaatkan adalah nira nipah (*Nypa fruticans wurmb*).

Nipah (*Nypa fruticans wurmb*) adalah sejenis palem (palma) yang tumbuh di lingkungan hutan bakau atau daerah pasang surut dekat tepi laut. Tumbuhan nipah di Indonesia sangat luas dan banyak jumlahnya, karena Indonesia merupakan negara kepulauan terbesar di dunia. Hutan

nipah tersebut tersebar di Pulau Sumatera, Kalimantan, Sulawesi, Maluku dan Irian Jaya. Luas hutan nipah di Indonesia diperkirakan sekitar 700.000 hektar atau 10 % dari luas daerah pasang surut yang luasnya sekitar 7 juta hektar. Di Pulau Sumatera, Kabupaten Rokan Hilir Provinsi Riau memiliki potensi hutan nipah yang melimpah dengan luas sekitar 32.053,34 hektar [BPDAS Kepulauan Riau, 2006].

Nipah dapat juga disadap niranya, yaitu cairan manis yang diperoleh dari tandan buah yang belum tua. Selama ini pemanfaatan nira nipah yang dilakukan masyarakat belum maksimal. Sebagian masyarakat di pesisir pantai, seperti di Kab. Rokan Hilir memanfaatkan nira nipah untuk pembuatan asam cuka, konsentrat nira namun rasa asin masih kental. Hal ini mendorong pemanfaatan nira nipah untuk lebih meningkatkan

nilai tambah menjadi produk lain yaitu bioetanol, dengan bantuan proses fermentasi menggunakan bantuan khamir (*Saccharomyces cerevisiae*), diharapkan nira nipah dapat menghasilkan etanol. oleh khamir (Prihandana *et al*, 2007).

Landasan Teori

Nipah

Nipah (*Nypa fruticans wurmb*) merupakan salah satu hasil hutan. Nipah tergolong tanaman dataran rendah yang menyukai iklim pantai dan tumbuh liar pada ketinggian 0-10 m dari permukaan laut. Oleh karena itu, nipah hanya tumbuh subur di sepanjang daerah pasang surut dekat dengan pantai dan di tepi muara sungai atau rawa-rawa yang berair payau.

Ciri-ciri fisik dari tanaman nipah adalah akarnya serabut, ukuran biji nipah 8-13 cm, berbentuk kerucut, dan memiliki tempurung yang keras jika sudah tua. Jumlah buah untuk setiap tangkainya berkisar antara 30-50 butir yang tumbuh berdekatan sehingga terlihat menjadi bundar. Tanaman nipah memiliki batang yang sangat pendek sehingga tidak terlihat. Setiap batang nipah biasanya terdiri atas 3-5 tangkai dengan panjang antara 5-7 m. Bunga nipah terdiri atas dua macam bunga yaitu bunga jantan dan bunga betina. Letaknya menjadi satu pohon yang sama. Bunga jantan berwarna kuning orange dan keluar dari bagian samping tangkai yang menggantung, memiliki panjang mencapai 5 cm. Sedangkan bunga betina berbentuk bulat peluru, tumbuh bengkok, dan mengarah ke samping. Bila tangkai tandan bunga dipotong sebelum buahnya masak, akan keluar getah manis yang dikenal dengan nira

nipah [Baharudin dan Taskirawati, 2009]. Cairan manis yang terkandung pada nira nipah ini nantinya akan dikonversi menghasilkan bioetanol.

Komposisi kimia nira nipah seperti terlihat pada tabel 1.

Tabel 1 Komposisi Nira Nipah
[Dahuri *et al*, 2001]

Komposisi	% (w/v)
Air	60 - 70
Brix	15 - 17
Sukrosa	13 - 15
Gula Pereduksi	0,2 - 0,5
Abu	0,3 - 0,7

Bioetanol

Bioetanol dapat dibuat dengan bahan baku bergula seperti tebu, nira nipah, nira aren, shorgum, dan sari buah mente. Bahan berpati seperti jagung dan umbi-umbian, bahan berserat yang berupa limbah pertanian seperti kayu, jerami dan batang pisang. Pembuatan bioetanol dari bahan yang mengandung gula relatif lebih mudah dan murah dibandingkan bahan berpati dan berselulosa (berserat), hal ini disebabkan karena pada bahan yang mengandung gula tidak perlu perlakuan pendahuluan (*pretreatment*) seperti proses liquifikasi, pemasakan, sakarifikasi, dan hidrolisis [Prihandana, R, 2007]. Bahan-bahan yang mengandung gula dapat langsung di fermentasi. Bahan yang mengandung selulosa dan pati harus dihidrolisis terlebih dahulu menjadi komponen sederhana. Tetapi jika ditinjau dari segi harga bahan baku, bahan yang mengandung gula lebih mahal dari bahan berpati dan berselulosa. Berdasarkan ketiga jenis bahan baku tersebut, bahan berselulosa merupakan bahan yang jarang digunakan dan cukup sulit

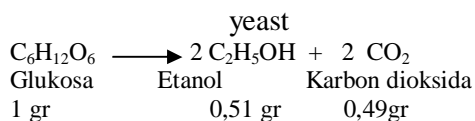
untuk diolah. Hal ini disebabkan karena adanya lignin yang sulit didegradasi sehingga proses pembentukan glukosa menjadi lebih sulit [Pratiwi, dkk, 2010].

Fermentasi

Fermentasi adalah proses pemecahan gula-gula sederhana (glukosa dan fruktosa) menjadi etanol dan CO₂ dengan melibatkan enzim yang dihasilkan pada ragi agar dapat bekerja pada suhu optimum.

Proses pembuatan alkohol secara industri tergantung pada bahan bakunya. Bahan yang mengandung gula biasanya tidak atau sedikit saja memerlukan pengolahan pendahuluan. Tetapi bahan-bahan yang mengandung bahan berpati, selulosa dan hemiselulosa harus dihidrolisa terlebih dahulu menjadi gula yang dapat difermentasikan. Fermentasi dilakukan dalam tangki fermentasi. Untuk terjadinya fermentasi alkohol, maka dibutuhkan kondisi anaerob sehingga diharapkan mikroorganisme dapat mengubah gula menjadi alkohol. Pada proses fermentasi perlu proses pendinginan untuk menjaga temperature tetap pada $\pm 30^{\circ}\text{C}$ selama proses fermentasi yang berlangsung 5-7 hari [Fitriana, L, 2009].

Ragi mengubah gula-gula sederhana (glukosa dan fruktosa) menjadi etanol dan karbondioksida sesuai rumus di bawah ini.



Dalam fermentasi alkohol, satu mol glukosa menghasilkan 2 mol etanol, 2 mol karbondioksida. Secara teoritis bahwa 1 gr gula akan dikonversikan menjadi 0,51 gr etanol

(51% etanol) dan 0,49 gr CO₂ (49% CO₂).

Fermentasi etanol dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu konsentrasi gula didalam substrat, pH, temperature, jenis khamir yang digunakan, nutrisi, waktu dan oksigen [Kusuma, 2010].

Fermentor

Fermentor merupakan media atau tempat berlangsungnya proses fermentasi. Fermentor yang baik dilengkapi dengan alat pengaduk yang berfungsi untuk mengantarkan ragi keseluruh permukaan dan sudut-sudut nira, sehingga proses fermentasi berlangsung secara merata. Proses fermentasi dengan menggunakan yeast *Saccharomyces cereviceae* berlangsung secara anaerobik, sehingga fermentor didesain tertutup dan tidak memiliki lubang udara. Hal ini dikarenakan *Saccharomyces cereviceae* yang menghasilkan etanol dari gula akan lebih baik dalam keadaan anaerobik [Widianingsih, D.A. 2012].

Saccharomyces cereviceae

saccharomyces cereviceae merupakan mikroorganisme ber sel tunggal dengan ukuran antara 5 sampai 20 mikron dan berbentuk bola atau telur.

Yeast dapat tumbuh dalam media sederhana yang mengandung karbohidrat yang dapat terfermentasi sebagai penyedia energi dan sumber karbon. Karbohidrat sebagai sumber karbon dapat berupa monosakarida seperti glukosa dan fruktosa, Selain monosakarida, disakarida (seperti sukrosa dan maltosa) juga dapat difermentasi. Substrat yang mengandung glukosa, fruktosa, dan

sukrosa secara cepat akan digunakan oleh yeast pada tahap awal fermentasi. Sukrosa dihidrolisa oleh enzim invertase yang berada di luar membran sel dan dibatasi dinding sel. Sedangkan glukosa dan fruktosa yang ada akan masuk ke dalam sel [Umbreit, 1959].

Temperatur pertumbuhan yang optimum untuk *Saccharomyces cereviceae* adalah 25 - 30°C dan pH optimum untuk pertumbuhan sel khamir 4,5 - 5,5 [Buckle, 1985]. Beberapa kelebihan *Saccharomyces* dalam proses fermentasi yaitu mikroorganisme ini cepat berkembang biak, tahan terhadap kadar alkohol yang tinggi, mempunyai sifat stabil dan cepat mengadakan adaptasi. Pertumbuhan *Saccharomyces* dipengaruhi oleh adanya penambahan nutrisi yaitu unsur C sebagai sumber carbon, unsur N yang diperoleh dari penambahan urea, ZA, amonium dan pepton, mineral dan vitamin.

Peningkatan Skala (Scale Up)

Scale up adalah suatu studi yang mengolah dan mentransfer data penelitian skala laboratorium ke skala yang lebih besar menyangkut disain proses operasi dan perancangan peralatan. Pada fermentasi skala laboratorium digunakan fermentor gelas 1-5 liter, skala *pilot plan* 5-500 liter dan pada tahap industri digunakan fermentor 500-50.000 liter (Kusnadi, 2010).

Proses *scale up* yang dilakukan pada penelitian berskala laboratorium ke penelitian berskala 50 liter bertujuan untuk menghasilkan data yang dapat digunakan untuk membangun industri skala besar.

Metodologi

Bahan dan Alat

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah nira nipah, aquadest, reagen *Nelson-Samogyi*, $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$ (Urea), $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ (NPK), yeast *Sacharomyces cerevisiae*, HCl dan NaOH.

Alat-alat yang digunakan adalah biofermentor 70 liter, alkoholmeter, autoclave, inkubator, shaker, rangkaian alat distilasi, erlenmeyer, tabung reaksi, timbangan Analitik, spektrofotometer.

Variabel Penelitian

Variabel yang digunakan pada penelitian ini adalah:

Variabel Tetap. Medium fermentasi: nira nipah murni 50 liter. Suhu kamar: (25-30°C). Pengadukan: 200 rpm. Volume stater: 10%. Konsentrasi ragi: 20 gr/l. Urea (46% N): 0,4 gr/l dan NPK (16% P): 0,5 gr/l.

Variabel Berubah. Waktu fermentasi: 24, 36, 48, 60 dan 72 jam. Serta pH fermentasi: 4,5; 5,0 dan 5,5.

Prosedur Penelitian

Persiapan Medium Fermentasi. Medium fermentasi adalah nira nipah murni yang diberi garam-garam nutrisi untuk pertumbuhan yeast. Konsentrasi glukosa awal dianalisa dengan metode Nelson-Samogyi. Nutrisi yang dibutuhkan adalah urea (0,4 g/l) dan NPK (0,5 g/l).

Pembuatan Kurva Standar Glukosa. Kurva standar glukosa berfungsi untuk menganalisa gula awal dan akhir nira nipah. Kurva

dibuat menggunakan reagen Nelson-Samogyi.

Tahap Sterilisasi. Semua alat-alat dan bahan kecuali *yeast* harus disterilisasi terlebih dahulu di dalam *autoclave* selama 15 menit pada suhu 121°C. Selanjutnya dilakukan pengaturan pH sesuai dengan variabel penelitian.

Penyiapan Starter. Stater dibuat dengan cara menyiapkan nira nipah sebagai medium pengembang starter sebanyak 5000 ml, medium pengembang yang digunakan sama dengan medium yang akan difermentasikan. Kemudian dicek pH nya. Larutan tersebut disterilkan dalam autoklaf selama 15 menit pada suhu 121°C. Kemudian medium pengembang starter didinginkan sampai suhu kamar. Selanjutnya ditambahkan ragi (*Sacharomyces cerevisiae*) sebanyak 100 gram kedalam medium pengembang. lalu diaduk dengan menggunakan *shaker* selama 1 jam hingga merata (homogen).

Tahap Fermentasi. Fermentasi dimulai dengan menambahkan biakan *starter* inokulum yeast *Sacharomyces cereviceae* ke dalam medium fermentasi. Fermentor yang digunakan berukuran 70 liter. Kecepatan pengadukan 200 rpm, keadaan anaerob dan suhu kamar (25-30°C). Waktu fermentasi divariasikan: 24, 36, 48 60 dan 72 jam.

Tahap Analisa. Konsentrasi bioetanol diukur menggunakan Alkoholmeter dan konsentrasi gula dianalisa dengan Metode Nelson-Samogyi.

Hasil dan Pembahasan

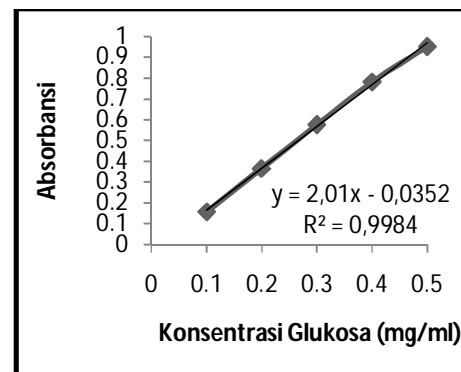
Kurva Standar glukosa

Pembuatan kurva standar glukosa dengan metode Nelson-Samogyi digunakan untuk menentukan konsentrasi gula awal dan akhir fermentasi. Data hasil pengukuran absorbansi spektrofotometer dari masing-masing konsentrasi larutan standar glukosa dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Data Pembuatan Kurva Standar Glukosa

Konsentrasi Gula (mg/ml)	Absorbansi
0,1	0,157
0,2	0,367
0,3	0,578
0,4	0,783
0,5	0,954

Regresi linear data kurva standar glukosa (Gambar 1) menghasilkan persamaan $y = 2,01x - 0,0352$, dimana y merupakan absorbansi spektrofotometer pada panjang gelombang $\lambda = 540$ dan x merupakan konsentrasi glukosa (mg/ml).



Gambar 1. Kurva Standar Glukosa

Analisa Konsentrasi Gula Awal Nira Nipah

Setelah dilakukan penentuan konsentrasi gula awal dari nira nipah dengan menggunakan metode nelson – samogyi diperoleh hasil seperti pada Tabel 3 berikut :

Tabel 3. Konsentrasi Gula Awal Nira Nipah Murni

pH	Absorban	Pengenceran	Konsentrasi Gula (mg/ml)
4,5	0,823	500 x	213,483
5	0,764	500 x	190,05
5,5	0,715	500 x	186,617

Seperti terlihat pada Tabel 3, dilakukan tiga kali pengulangan untuk masing-masing konsentrasi gula awal dari nira nipah, dan diperoleh konsentrasi tertinggi gula awal nira nipah sebanyak 213,483 mg/ml.

Pengaruh Variasi pH dan Waktu Terhadap Perolehan Bioetanol

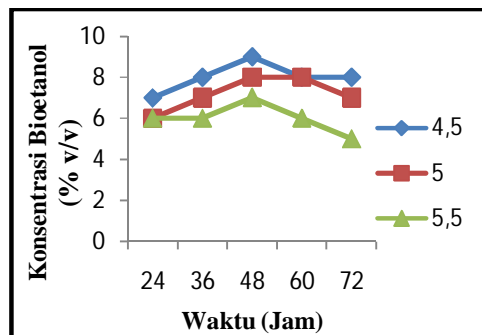
Kondisi optimum dalam fermentasi nira nipah ini ditentukan dengan cara menganalisa konsentrasi bioetanol hasil fermentasi yang telah didestilasi terlebih dahulu untuk memisahkan cairan hasil fermentasi dengan impuritisnya. Konsentrasi bioetanol diukur dengan menggunakan alkoholmeter. Konsentrasi bioetanol yang diperoleh pada masing-masing variabel penelitian dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Pengaruh pH dan Waktu Fermentasi Terhadap Konsentrasi Bioetanol Hasil Fermentasi Nira Nipah

Waktu Fermentasi (jam)	Konsentrasi Bioetanol yang diperoleh(% v/v)		
	pH awal		
	4,5	5	5,5
24	7	6	6
36	8	7	6
48	9	8	6
60	8	8	6
72	8	7	6

Berdasarkan Tabel 4 dapat diketahui bahwa Kadar etanol tertinggi yang dihasilkan adalah 9 % v/v dengan kondisi keasaman medium pada pH awal 4,5, sementara untuk perlakuan pH diatas 4,5 yaitu antara 5 dan 5,5 menghasilkan kadar etanol yang lebih rendah. Perlakuan tingkat keasaman berpengaruh terhadap kadar etanol yang dihasilkan, semakin rendah pH maka akan semakin rendah gula reduksi yang tersisa dan semakin tinggi kadar etanol yang dihasilkan, hal ini dikarenakan glukosa digunakan sebagai substrat untuk pertumbuhan *saccharomyces cerevisiae*. Kadar gula yang terukur adalah kadar gula yang tidak terfermentasi oleh yeast *saccharomyces cerevisiae* [Wahid, 2011]. Pada pH dibawah 4,5 aktivitas enzim akan terhambat sehingga kemampuan mikroba untuk mengurai gula menjadi bioetanol semakin rendah. Hal tersebut dikarenakan pH mempengaruhi aktivitas enzim yang dihasilkan mikroorganisme dalam membentuk kompleks enzim substrat [Putra dan Amran, 2009]. Selain itu perubahan pH dapat menyebabkan terjadinya proses denaturasi, yaitu proses yang menyebabkan gangguan terhadap aktivitas sel sehingga enzim tidak dapat bekerja secara optimal karena strukturnya mengalami

kerusakan. Ketika pH semakin dalam kondisi asam, maka aktivitas enzim yang dihasilkan oleh mikroba dalam ragi akan terdenaturasi sehingga menyebabkan hilangnya fungsi katalitik enzim dalam menguraikan substrat menjadi bioetanol [Poedjadi dan Titin, 2006]. Sedangkan pada pH yang lebih tinggi, adaptasi yeast lebih rendah dan aktivitas fermentasinya meningkat, serta berpengaruh pada pembentukan produk samping, dimana pada pH tinggi konsentrasi gliserin juga meningkat [Putra dan Amran, 2009]



Gambar 2. Hubungan pH dan Waktu Fermentasi Terhadap Perolehan Konsentrasi Biotanol Hasil Fermentasi Nira Nipah.

Gambar 2 menunjukkan hubungan antara waktu fermentasi terhadap konsentrasi bioetanol yang diperoleh pada variasi derajat keasaman (pH). Dari grafik diatas didapatkan hasil bahwa pH 4.5 diperoleh konsentrasi bioetanol tertinggi pada waktu 48 jam yaitu sebesar 9 % v/v, dengan konsentrasi bioetanol masing-masing 7%, 8%, 9%, 8% dan 8% (v/v). Untuk pH 5 diperoleh konsentrasi bioetanol tertinggi pada waktu 48 jam yaitu sebesar 8% dengan konsentrasi bioetanol masing-masing 6%, 7%, 8%, 8% dan 7% (v/v). Sedangkan

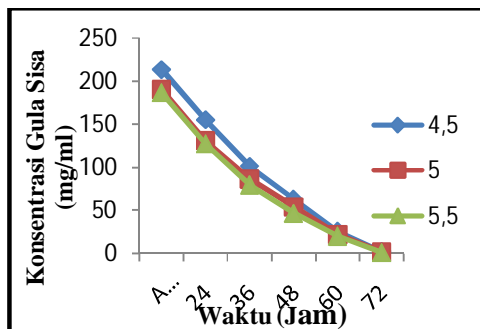
untuk pH 5,5 diperoleh konsentrasi bioetanol tertinggi pada waktu 48 jam yaitu sebesar 7% dengan dengan konsentrasi bioetanol masing-masing 6%, 6%, 7%, 6% dan 5% (v/v). Dengan waktu terbaik pada proses fermentasi adalah 48 jam dan terjadi pada semua variasi penelitian ini, sehingga dapat dikatakan bahwa waktu optimum dari kinerja enzim dan yeast adalah waktu ke 48 jam. Dikatakan pH terbaik karena pada saat itu konsentrasi bioetanol yang dihasilkan paling tinggi. Kadar etanol yang tertinggi pada waktu fermentasi 48 jam karena adanya aktivitas khamir *Saccharomyces cerevisiae* yang bekerja secara optimal serta kegiatan enzim yang tidak terhambat.

Pada awal fermentasi, kadar alkohol yang dihasilkan masih rendah, dengan bertambahnya waktu fermentasi, maka kadar alkohol yang dihasilkan semakin meningkat. Waktu fermentasi berpengaruh terhadap hasil karena semakin lama waktu fermentasi akan meningkatkan kadar bioetanol. Namun bila fermentasi terlalu lama nutrisi didalam substrat akan habis dan khamir *Saccharomyces cerevisiae* tidak bekerja secara optimal untuk memfermentasi glukosa sehingga yeast kekurangan makanan yang mengakibatkan kinerjanya menurun dan mengakibatkan kadar bioetanol yang dihasilkan akan menurun juga [Setyawati dan Nanik, 2010].

Pengaruh Variasi pH dan Waktu Fermentasi Terhadap Konsentrasi Gula Sisa

Substrat yang digunakan dalam proses fermentasi pada penelitian ini adalah nira nipah. Analisa konsentrasi gula sisa dari nira nipah

menggunakan metode nelson-samogyi dengan alat Spektrofotometer Sinar Tampak. Proses fermentasi nira nipah menggunakan yeast *saccharomyces cereviceae* dilakukan secara anaerob dengan variasi derajat keasaman (pH) dan waktu fermentasi. Waktu fermentasi sangat berpengaruh terhadap aktivitas yeast karena semakin lama fermentasi, maka semakin banyak jumlah yeast atau semakin aktif yeast untuk berkembang biak. Sehingga mempunyai kemampuan untuk mengkonversi substrat semakin besar pula. Pengaruh waktu fermentasi terhadap konsentrasi gula sisa dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Pengaruh Waktu Fermentasi Terhadap Konsentrasi Gula Sisa

Berdasarkan Gambar 3 hasil analisis konsentrasi gula sisa menunjukkan bahwa selama proses fermentasi berlangsung kadar gula reduksi cenderung menurun. Hal ini karena glukosa sudah diolah menjadi bioetanol. Perubahan glukosa menjadi bioetanol terjadi karena kinerja enzim invertase dari *Saccharomyces cereviceae*, dimana kinerja dari enzim tersebut akan mengalami penurunan apabila terdapat jumlah glukosa yang terlalu tinggi [Setyawati dan Nanik,

2010], seperti yang terlihat pada Tabel 4.4, bioetanol yang dihasilkan paling kecil yaitu 41, 466 % terjadi ketika kadar glukosa tinggi yaitu 99,248 %. Menurut [Junitania, 2011] menyatakan bahwa penurunan konsentrasi bioetanol ini terjadi karena gula yang dikonversi menjadi produk oleh mikroorganisme semakin sedikit serta akumulasi produk bioetanol yang dapat menghambat pertumbuhan yeast. Hasil ini sesuai dengan penemuan [presscott dan Dunn, 1981] yang menunjukkan bahwa aktivitas khamir menurun dengan berkurangnya konsentrasi substrat dan nutrisi yang tersedia.

Perbandingan Konsentrasi Bioetanol yang diperoleh dalam Penelitian ini dengan Penelitian Lainnya.

Perbandingan konsentrasi bioetanol dapat dilihat pada tabel 5, dari tabel 5 terlihat bahwa pada penelitian ini menghasilkan konsentrasi bioetanol lebih rendah dibandingkan dengan penelitian dari Shodiq [2012], diperoleh hasil bioetanol paling tinggi yaitu 94,716 mg/ml, dan penelitian ini lebih tinggi dari penelitian Samsuri [2007] dengan kadar bioetanol yaitu 27,09 mg/ml, sedangkan penelitian Vernandos [2008] memperoleh kadar bioetanol sama dengan penelitian ini adalah 71,037 mg/ml.

Tabel 4.5 Perbandingan konsentrasi bioetanol dengan penelitian lainnya

<i>Variabel</i>	<i>Samsuri, 2007</i>	<i>Vernandos,2008</i>	<i>Shodiq, 2012</i>	<i>Penelitian ini</i>
Bahan Baku	Sellulosa Bagas	Nira Nipah	Nira Nipah	Nira Nipah
Variasi pH, Vol. Starter dan Enzim	Xylanase pH 4; 4,5; 5	pH 4-5 5%,10%,1,5%, dan 20%	pH 5 10%,1,5%, dan 20%	pH 4,5: 5 dan 5,5 10%
Konsentrasi Gula Awal	117,700 mg/ml	145,053 mg/ml	221, 163 mg/ml	213,483 mg/ml
Yeast	<i>Saccharomyces Cereviceae</i>	<i>Saccharomyces Cereviceae</i>	<i>Sacharomycess Cereviciae</i>	<i>Sacharomycess Cereviciae</i>
Volume Fermentasi	5 ml	300 ml	8.000 ml	50.000 ml
Variasi Terbaik	pH 5, 48 jam	Vol. Starter 15 % dan 72 jam, pH 4,5	pH 5, Vol. Starter 10% 48 jam	48 jam, pH 4,5 .
Konsentrasi Bioetanol	27,09 g/l	71.037mg/ml (9% v/v)	94,716 mg/ml (12% v/v)	71.037 mg/ml (9% v/v)

Dari Tabel 4.5 diatas, konsentrasi gula awal yang tertinggi diperoleh dari fermentasi nira yaitu sebesar 221,499 mg/ml, dan yield etanol tertinggi dihasilkan dari fermentasi nira nipah, yaitu sebesar 94,716 mg/ml. Hal ni menunjukkan kinerja dari fermentasi nira nipah menggunakan *Yeast Saccharomyces cerevisiae* berlangsung lebih baik dibandingkan dengan perolehan hidrolisa bagas. Hal ini lah yang membedakan penelitian ini dengan penelitian Samsuri [Samsuri] yakni dari bahan baku berupa hidrolisa bagas, sehingga diperoleh konsentrasi bioetanol yang lebih tinggi yakni 71,037 mg/ml. Jika dilihat dari waktu fermentasi penelitian ini ada pada 48 jam, waktu fermentasi ini lebih cepat dari penelitian Vernandos. Selain itu, konsentrasi gula awal yang tinggi menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi gula akan didapatkan sel yang semakin banyak. Dengan adanya substrat yang lebih banyak maka pertumbuhan mikroba akan lebih baik karena kebutuhan nutrisinya yang

semakin terpenuhi sehingga cepat menghasilkan etanol. Begitu juga dengan penelitian Shodiq [2012], hasil etanol yang diperoleh pada penelitian ini tinggi yakni 94,716 mg/ml, Semakin tinggi konsentrasi substrat maka semakin besar yield yang dihasilkan selama konsentrasi substrat yang digunakan tidak terlalu tinggi yang bisa mengakibatkan inhibisi substrat. Selain itu Shodiq juga memvariasikan volume starter sehingga dapat mempengaruhi hasil bioetanol yang diperoleh. Faktor-faktor yang dapat mempengaruhi jumlah etanol yang dihasilkan dari fermentasi adalah mikroorganisme dan media yang digunakan, adanya komponen media yang dapat menghambat pertumbuhan serta kemampuan fermentasi mikroorganisme dan kondisi selama fermentasi. Selain itu juga perlu dikembangkan variasi kecepatan pengadukan, jenis yeast yang digunakan, rasio ragi, penambahan nutrient, dan lama fermentasi

sehingga mempengaruhi konsentrasi bioetanol yang dihasilkan.

Kesimpulan

Dari penelitian yang telah dilakukan dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Waktu fermentasi berpengaruh terhadap hasil bioetanol, karena semakin lama waktu fermentasi akan meningkatkan kadar bioetanol. Namun bila fermentasi terlalu lama nutrisi dalam substrat akan habis dan yeast tidak lagi dapat memfermentasi glukosa.
2. Derajat keasaman (pH) juga berperan pada proses fermentasi, karena semakin tinggi pH maka akan mempengaruhi konsentrasi bioetanol yang dihasilkan.
3. Kondisi optimum untuk proses fermentasi nira nipah skala 50 Liter dengan menggunakan *Saccharomyces Cerevisiae* adalah pada pH 4,5 dan waktu 48 jam dengan perolehan yield sebesar 65,246%. Konsentrasi bioetanol yang diperoleh yaitu sebesar 9 % atau 108,876.

Saran

1. Perlu dilakukan destilasi bertingkat untuk memperoleh etanol dengan kemurnian yang lebih tinggi.
2. Perlu dikembangkan dan dilaksanakan penelitian lebih lanjut untuk memurnikan bioetanol hasil fermentasi nira nipah, sehingga diperoleh bioetanol dengan tingkat kemurnian yang tinggi.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada berbagai pihak

yang telah banyak memberikan bantuan dalam penelitian ini. Dosen pembimbing, Dekan Fakultas Teknik, Ketua Jurusan dan Ketua Program Studi Teknik Kimia, Bapak Ibu Staf Dosen, Orang Tua serta Teman-teman yang telah banyak membantu dalam segala hal.

Daftar Pustaka

- Baharudin, dan Taskirawati, 2009, *Hasil Hutan bukan Kayu*. Buku Ajar Fakultas Kehutanan Universitas Hasanuddin, Makasar.
- Tim BPDAS. 2006. *Penyebaran Luas dan Jenis Mangrove/Asosiasi Mangrove Wilayah Balai Pengelolaan Hutan Mangrove Wilayah II. BPDAS Indragiri Rokan*. Riau (bphm-ii.sim-rpls.dephut.go.id) diakses tanggal 12 April 2013
- Dahuri *et al.* 2001. *Pengelolaan Sumber Daya Wilayah Pesisir dan Lautan Secara Terpadu*. Pradnya Paramita. Bogor.
- Fitriana, L., 2009, *Analisa Kadar Bioetanol Hasil Fermentasi dari Pati Sagu (Metroxylon sago) Asal Papua*, Skripsi Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Papua, Manokwari.
- Junitania, 2011, *Pembuatan Bioetanol dari Nira Sorgum Manis dengan Proses Fermentasi Menggunakan Yeast Candida utilis*, Skripsi Universitas Riau, Pekanbaru
- Kusnadi, 2010, *Perancangan Bioproses*, FMIPA Biologi Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung.
- Kusuma, I.G.B.W., 2010, *Pengolahan Sampah Organik Menjadi Etanol dan Pengujian Sifat Fisika*

- Biogasoline*, Universitas Udayana.
- Poedjiadi, Anna dan F. M. Titin Supriyanti. (2006). *Dasar - Dasar Biokimia*. Jakarta : UI-Press
- Pratiwi, P. Eka., M. Yatim., dan L. Edahwati, 2010, *Pemanfaatan Limbah Kulit Cokelat sebagai Bioetanol*, Seminar Nasional UPN Veteran, Jawa Timur.
- Prescott SC, Dunn CG, 1981, *Industrial Microbiology*, New York : McGraw-Hill Book Co.Ltd.
- Prihandana, R.K. Noerwijari, P.G. Adinuraini, D. Setyaningsih, S. Setiadi, dan R. Hendroko, 2007, *Bioetanol Ubi Kayu Bahan bakar Masa Depan*, Agromedia, Jakarta.
- 3 – 122, Universitas Muhammadiyah Malang, Malang.
- Widianingsih, D.A., 2012, *Optimasi Pembuatan Cocogurt Menggunakan Fermentor Serta Kultur Campuran Lactobacillus sp. Dan Streptococcus sp. Dengan Variasi Sukrosa dan Potongan Buah Mangga*, Skripsi Fakultas Teknik Universitas Diponegoro, Semarang.
- Putra, A.E. dan Amran H. 2009. *Pembuatan Bioetanol Dari Nira Siwalan Secara Fermentasi Fase Cair Menggunakan Fermipan*. Jurusan Teknik Kimia, Universitas Diponegoro : Semarang.
- Setyawati, H., dan Nanik, A. R, 2010, *Bioetanol Dari Kulit Nanas Dengan Variasi Massa Saccharomyces cereviseae dan Waktu Fermentasi*. Institut Teknologi Nasional, Malang.
- Umbreit, W.W., 1959, *Advances In Applied Microbiology*, Vol. 1, Rutgers University, New Jersey.
- Wahid, M., 2011, *Potensi Bioetanol Dari Limbah Kulit Ari Kedelai Limbah Produksi Tempe*, Volume 6, Nomor 2, Maret 2011: 11